

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-62230  
(P2002-62230A)

(43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 N 3/10

G 0 1 N 3/10

2 G 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-249637(P2000-249637)

(22) 出願日 平成12年8月21日(2000.8.21)

(71) 出願人 000143949

株式会社鷺宮製作所

東京都中野区若宮2丁目55番5号

(72) 発明者 飯塚 等

埼玉県狭山市笹井535番地 株式会社鷺宮

製作所狭山事業所内

(74) 代理人 100106459

弁理士 高橋 英生 (外3名)

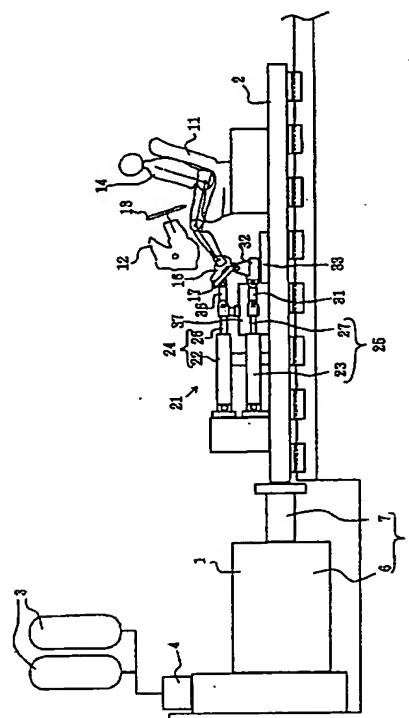
Fターム(参考) 2G061 AA01 AA02 AB04 DA02 EA01

(54) 【発明の名称】 荷重負荷試験方法

(57) 【要約】

【課題】 供試体を繰り返し加振することなく、目標波形で供試体に荷重負荷を加えることができる荷重負荷試験方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 荷重負荷試験方法は、駆動装置(21)の入出力の伝達関係を示す仮想モデルをコンピュータ(51)上に構築する工程と、仮想モデルの入出力の伝達関数を求める工程と、伝達関数の逆伝達関数を求める工程と、逆伝達関数に基づいて駆動装置が目標波形を出力するための第1次制御波形を求める工程と、第1次制御波形を仮想モデルに入力して第1次出力波形を求める工程と、第1次出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に第1次制御波形を更新し、更新した制御波形を仮想モデルに再び入力して更新出力波形を求めて、更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に制御波形を順次更新する工程と、更新制御波形を駆動装置に入力して供試体(14)に荷重負荷を加える工程とを備えている。



## ・【特許請求の範囲】

【請求項1】 制御波形を駆動装置に入力して目標波形で供試体に荷重負荷を加える荷重負荷試験方法において、

前記駆動装置の入力と出力との伝達関係を示す仮想モデルをコンピュータ上に構築する仮想モデル構築工程と、  
前記駆動装置の仮想モデルの入出力間の伝達関数を求める伝達関数生成工程と、

前記伝達関数の逆伝達関数を求める逆伝達関数生成工程と、

この逆伝達関数に基づいて、駆動装置が目標波形を出力するための第1次制御波形を求める第1次制御波形演算工程と、

前記第1次制御波形を駆動装置の仮想モデルに入力して第1次出力波形を求める第1次出力波形生成工程と、  
第1次出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に、第1次制御波形を更新し、この更新した制御波形を駆動装置の仮想モデルに再び入力して更新出力波形を求めて、更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に制御波形を順次更新する制御波形更新工程と、

更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなった更新制御波形を、前記駆動装置に入力して供試体に荷重負荷を加える実試験工程とを備えている荷重負荷試験方法。

【請求項2】 制御波形を駆動装置に入力して目標波形で供試体に荷重負荷を加える荷重負荷試験方法において、

前記駆動装置の入力と出力との伝達関係を示す非線形の仮想モデルをコンピュータ上に構築する仮想モデル構築工程と、

前記駆動装置の仮想モデルの非線形部分の入出力間の伝達関係を線形に近似した状態で、この駆動装置の仮想モデルの入出力間の線形の伝達関数を近似的に求める伝達関数生成工程と、

前記伝達関数の逆伝達関数を求める逆伝達関数生成工程と、

この逆伝達関数に基づいて、駆動装置が目標波形を出力するための第1次制御波形を求める第1次制御波形演算工程と、

前記第1次制御波形を駆動装置の仮想モデルに入力して第1次出力波形を求める第1次出力波形生成工程と、  
第1次出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に、第1次制御波形を更新し、この更新した制御波形を駆動装置の仮想モデルに再び入力して更新出力波形を求めて、更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に制御波形を順次更新する制御波形更新工程と、

更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなった更新制御波形を、前記駆動装置に入力して供試体に荷重負荷を加える実試験工程とを備えている荷重負荷試験方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力信号としての制御波形を、サーボ弁や油圧アクチュエータなどを備えた駆動装置に入力し、加速度、速度、変位や荷重などの運動を表す量の変化が目標波形となる様に、供試体に荷重負荷を加える荷重負荷試験方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、イントルージョン試験機やクラッシュテスターなどにおける高応答性が要求される衝撃試験や高速負荷試験などでは、駆動装置で供試体に荷重を加えた際に、供試体が破損したり、また、試験に要する費用や時間が多大であったりする。そのため、繰り返し加振すなわちイタレーションで、供試体に加わる加速度、速度、変位や荷重などが目標波形となる様に、駆動装置に入力される制御波形を修正することは難しかった。したがって、供試体に目標波形で荷重負荷を加えることは、容易ではなかった。また、サスペンションの耐久試験の様に、供試体を繰り返し加振することができる試験においては、コンピュータ上に、駆動装置の入力と出力との伝達関係を示す仮想モデルを構築するとともに、供試体を実際に加振する。そして、実際の供試体に加わる加速度、速度、変位や荷重などを計測して、この供試体に加わる加速度、速度、変位や荷重などが目標波形となる様に、駆動装置に入力される制御波形をイタレーション（繰り返し）で求めている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、高応答性が要求される衝撃試験や高速負荷試験などの様に、供試体を繰り返し加振することが難しい試験においても、目標波形で供試体に荷重負荷を加えることが要望されている。

【0004】本発明は、以上のような課題を解決するためのもので、供試体を繰り返し加振することなく、目標波形で供試体に荷重負荷を加えることができる荷重負荷試験方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の荷重負荷試験方法は、制御波形を駆動装置（21）に入力して目標波形で供試体（14）に荷重負荷を加えている。そして、前記駆動装置の入力と出力との伝達関係を示す仮想モデルをコンピュータ（51）上に構築する仮想モデル構築工程と、前記駆動装置の仮想モデルの入出力間の伝達関数を求める伝達関数生成工程と、前記伝達関数の逆伝達関数を求める逆伝達関数生成工程と、この逆伝達関数に基づいて、駆動装置が目標波形を出力するための第1次制御波形を求める第1次制御波形演算工程と、前記第1次制御波形を駆動装置の仮想モデルに入力して第1次出力波形を求める第1次出力波形生成工程と、第1次出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に、第1次制御波形を更新し、この更新した制御波形を駆動装置の仮想モデルに再び入力して更新出力波形を求めて、更新出力波

形と目標波形との誤差が小さくなる様に制御波形を順次更新する制御波形更新工程と、更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなった更新制御波形を、前記駆動装置に入力して供試体に荷重負荷を加える実試験工程とを備えている。

【0006】また、荷重負荷試験方法が、駆動装置の入力と出力との伝達関係を示す非線形の仮想モデルをコンピュータ上に構築する仮想モデル構築工程と、駆動装置の仮想モデルの非線形部分の入出力間の伝達関係を線形に近似した状態で、この駆動装置の仮想モデルの入出力間の線形の伝達関数を近似的に求める伝達関数生成工程と、伝達関数の逆伝達関数を求める逆伝達関数生成工程と、この逆伝達関数に基づいて、駆動装置が目標波形を出力するための第1次制御波形を求める第1次制御波形演算工程と、第1次制御波形を駆動装置の仮想モデルに入力して第1次出力波形を求める第1次出力波形生成工程と、第1次出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に、第1次制御波形を更新し、この更新した制御波形を駆動装置の仮想モデルに再び入力して更新出力波形を求めて、更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に制御波形を順次更新する制御波形更新工程と、更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなった更新制御波形を、前記駆動装置に入力して供試体に荷重負荷を加える実試験工程とを備えている場合がある。

【0007】

【発明の実施の形態】次に、本発明における荷重負荷試験方法の実施の一形態を説明する。図1は本発明の荷重負荷試験方法に用いられるイントルージョン試験機の概略図である。図2は図1の要部拡大図である。図3は図2の平面図である。図4はイントルージョン試験機の制御のブロック図である。図5はイントルージョン試験機の仮想モデルの概略図である。図6は目標波形および実際の応答波形を示すグラフである。なお、この明細書においては、図1において左側をイントルージョン試験機の前側とする。

【0008】発射用駆動装置1は、スレッド2を後方に押し出す。この発射用駆動装置1は、図示しない油圧ポンプからの油を溜め込むアキュムレータ3（蓄圧器）、アキュムレータ3からの油量を制御するサーボ弁4、油圧シリンダ6およびこの油圧シリンダ6に設けられているピストン7などを備えており、アキュムレータ3からの油はサーボ弁4を介して油圧シリンダ6に供給され、ピストン7を後側に急速に押し出すことができる。なお、油圧シリンダ6とピストン7とでアクチュエータ8が構成されている。そして、スレッド2は発射用駆動装置1に押し出されると、後側に滑っていく。このスレッド2上には、座席11、フロントパネル12やハンドル13などが固定されるとともに、座席11には人間のダミー14が座ることができる。

【0009】また、供試体としてのダミー14の足16

が載るトーボード17は、トーボード駆動装置21で前後方向に駆動されるとともに、前側が上下に傾動することができる。トーボード駆動装置21は、一端（前端）がスレッド2に固定されている上下の油圧シリンダ22、23、この油圧シリンダ22、23に各々設けられているピストン26、27、下側のピストン27にリンク31を介して取り付けられているトーボード支持台32、このトーボード支持台32を前後に案内するとともにスレッド2に固定されている案内部材33、上側のピストン26に取り付けられているリンク36、上側のピストン26を前後に案内するとともにスレッド2に固定されている案内部材37、図示しないポンプからの油を溜め込むアキュムレータ41（蓄圧器）およびこのアキュムレータ41からの油量を制御するサーボ弁42、43を備えており、トーボード17は後部がトーボード支持台32に回転可能に取り付けられているとともに、前部が上側のピストン26のリンク36に取り付けられている。アキュムレータ41はスレッド2には搭載されておらず、一方、サーボ弁42、43はスレッド2に搭載されている。そして、アキュムレータ41とサーボ弁42、43とは可撓の油圧ホース44で接続されている。アキュムレータ41からの油はサーボ弁42、43を介して上下の油圧シリンダ22、23に供給され、上下のピストン26、27が駆動される。上下のピストン26、27の移動量が同じであると、トーボード17は傾斜角度を維持した状態で前後に移動し、一方、上側のピストン26が下側のピストン27よりも後方に大きく移動すると、トーボード17は先端が上方に傾動する。また、下側のピストン27が上側のピストン26よりも後方に大きく移動すると、トーボード17は先端が下方に傾動する。なお、上下のピストン26、27と油圧シリンダ22、23とでアクチュエータ24、25が構成されている。また、アクチュエータ24、25とサーボ弁42、43とでサーボ系が構成されている。

【0010】この様に構成されているイントルージョン試験機の発射用駆動装置1およびトーボード駆動装置21は、図4に図示するコンピュータ51で制御されている。この制御のブロック図を図4に基づいて説明する。発射用制御信号発生部52は、発射用制御波形を有するデジタル制御信号を増幅器53、リミッタ54およびD/A変換器56を介して、増幅、制限およびアナログ変換してサーボ弁4に出力する。サーボ弁4は、発射用制御信号発生部52からの制御信号に基づいて、アキュムレータ3からの油を制御してアクチュエータ8に供給する。すると、ピストン7が後方に伸びてスレッド2を突き放し、スレッド2は、たとえば40Gの勢いで後方に滑る。また、発射用制御信号発生部52は、ピストン7が伸び始める開始時期（所謂0時間）になると、トーボード用上側制御信号発生部61およびトーボード用下側制御信号発生部62にゼロ信号を出力する。このゼロ信

号は、発射用制御信号発生部52がサーボ弁4に向かって制御信号を出力してから短時間経過後、発射用制御信号発生部52から出力される。

【0011】トーボード用上側制御信号発生部61は、発射用制御信号発生部52からのゼロ信号が入力されると、トーボード上側制御波形を有するデジタル制御信号を増幅器63に出力し、この制御信号は増幅器63で増幅されて、加算部64に入力されている。この加算部64からの出力は、PID部（比例・微分・積分部）66、リミッタ67およびD/A変換器68を介して、比例・微分・積分、制限およびアナログ変換してサーボ弁42に入力される。サーボ弁42は、トーボード用上側制御信号発生部61から加算部64などを介した制御信号に基づいて、アクチュエータ41からの油を制御してアクチュエータ24に供給する。すると、アクチュエータ24のピストン26が後方に伸びてリンク36を介してトーボード17の上部を後方に変位させる。また、上下のピストン26、27には、その伸縮量を検出する変位センサ71、72が各々設けられている。そして、アクチュエータ24のピストン26が伸びると、その伸び量が変位センサ71で検出され、増幅器76およびA/D変換器77を介して、増幅およびデジタル変換されて、加算部64に入力されている。加算部64は、トーボード用上側制御信号発生部61からの信号と変位センサ71からの信号との差信号をPID部66に出力している。この様にして、トーボード17の上部の変位量がトーボード用上側制御信号発生部61からの制御信号に追従する様に、サーボ弁42およびアクチュエータ24はフィードバック制御されており、制御信号の制御波形はフィードバック回路（すなわちフィードバック系）を介してトーボード駆動装置21に入力されている。

【0012】同様に、トーボード用下側制御信号発生部62は、発射用制御信号発生部52からのゼロ信号が入力されると、トーボード下側制御波形を有するデジタル制御信号を増幅器83に出力し、この制御信号は増幅器83で増幅されて、加算部84に入力されている。この加算部84からの出力は、PID部86、リミッタ87およびD/A変換器88を介して、比例・微分・積分、制限およびアナログ変換してサーボ弁43に入力される。サーボ弁43は、トーボード用下側制御信号発生部62から加算部84などを介した制御信号に基づいて、アクチュエータ41からの油を制御してアクチュエータ25に供給する。すると、アクチュエータ25のピストン27が後方に伸びてリンク31およびトーボード支持台32を介してトーボード17の下部を後方に変位させる。そして、アクチュエータ25のピストン27が伸びると、その伸び量が変位センサ72で検出され、増幅器89およびA/D変換器90を介して、増幅およびデジタル変換されて、加算部84に入力されている。加算部84は、トーボード用下側制御信号発生部62か

らの信号と変位センサ72からの信号との差信号をPID部86に出力している。この様にして、トーボード17の下部の変位量がトーボード用下側制御信号発生部62からの制御信号に追従する様に、サーボ弁43およびアクチュエータ25はフィードバック制御されている。

【0013】ところで、イントルージョン試験機で試験を行う際には、前もって、実際の車両を壁などに激突させ、その車両のトーボードの変位量および速度や衝突時の加速度Gなどをセンサで計測する。そして、このトーボードの変位量および速度や衝突時の加速度Gなどをイントルージョン試験機で再現し、搭乗者の足などの保護などのために、座席、シートベルトやトーボードと足との間の緩衝材のデータなどを得る。加速度Gはイントルージョン試験機の発射用駆動装置1で再現され、一方、トーボードの変位量はイントルージョン試験機のトーボード駆動装置21で再現されている。なお、トーボードの変位量が正確に再現されると、トーボードの変位の速度も再現することができる。

【0014】そのため、イントルージョン試験では、トーボード駆動装置21の出力部であるトーボード17の変位量の波形が、実際の車両を壁などに激突させた際の車両のトーボードの変位量の波形（すなわち、トーボードの変位量の目標波形）と極力一致するようにしている。また、トーボード17と上下のピストン26、27とはリンクで連結されているので、トーボード17の変位量の目標波形から上下のピストン26、27の変位量の目標波形がわかる。したがって、上下のピストン26、27の変位が目標波形で変化する様に、トーボード用上側制御信号発生部61およびトーボード用下側制御信号発生部62は、制御信号の波形すなわち制御波形を出力する必要がある。そして、この制御波形は、下記の様にして求められている。

【0015】（1）まず始めに、図5に図示する様に、イントルージョン試験機の入出力の伝達関係を示す仮想モデルをコンピュータ51上に構築する（仮想モデル構築工程）。この仮想モデルは、現実のトーボード駆動装置21などの駆動装置の各部分の入出力の関係を微分方程式などの数式に置き換えて、これらをコンピュータ51に構築されている。この仮想モデルの構築は、従来知られている技術であり、その詳細の説明は割愛する。なお、図5においては、トーボード駆動装置21の下側のアクチュエータ25に関する部分は、上側のアクチュエータ24に関する部分と略同じであるので、下側のアクチュエータのサーボ系として記載し、その詳細は図示が省略されている。また、スレッド2からの加速度Gは、リンク31、36、トーボード支持台32およびトーボード17などからなるトーボード機構のモデル91に加わる。トーボード用制御信号発生部61、62、増幅器63、83、加算部64、84、PID部66、86、リミッタ67、87は、実際にトーボード駆動装置21

-を制御するものと仮想モデルとは略同じである。図5のモデルは全てコンピュータ51上に構築されるので、D/A変換器68、88およびA/D変換器77、90は不要である。そして、サーボ弁42、43の仮想モデルは、線形部92および非線形部93からなっている。この仮想モデルは、現実のサーボ弁42、43の入出力の関係を微分方程式などの数式に置き換えて、これらをコンピュータ51に構築されている。非線形部93はサーボ弁42、43からの吐出圧Pと吐出流量Qとの関係を示しており、この関係を数式などに置き換えて構築されている。そして、サーボ弁42、43内の油にはスレッド2の加速度Gが加わっており、サーボ弁42、43の吐出圧Pと吐出流量Qとの関係がスレッド2の加速度Gにより変化するので、非線形部93にはスレッド2からの加速度Gの信号が入力されるとともに、吐出圧Pと吐出流量Qとの関係が加速度G毎に異なるラインで表示されている。また、吐出圧Pおよび吐出流量Qの正負は、ピストン26、27が伸びる側を正としている。アクチュエータ24、25の仮想モデルは、サーボ弁42、43の仮想モデルと同様に、現実のアクチュエータ24、25の入出力の関係を微分方程式などの数式に置き換えて、これらをコンピュータ51に構築されている。アクチュエータ24、25のピストン26、27の変位の加速度、速度および変位量はトーボード機構のモデル91に入力される。このトーボード機構のモデル91においても、現実のトーボード機構の入出力の関係を微分方程式などの数式に置き換えて構築されている。そして、トーボード機構のモデル91において、ピストン26、27に加わる反力 $f_u$ 、 $f_L$ が算出され、この反力 $f_u$ 、 $f_L$ はアクチュエータ24、25の仮想モデルに入力されている。この様にして、イントルージョン試験機の仮想モデルをコンピュータ51上に構築する。

【0016】(2)次に、発射用駆動装置1を駆動しない(すなわち加速度Gをスレッド2に加えない)状態で、トーボード用制御信号発生部61、62から制御信号を出力して、実際のトーボード駆動装置21および仮想モデルのトーボード駆動装置21すなわちアクチュエータ24、25を駆動する。そして、トーボード駆動装置21の出力が実際のものと、仮想モデルのものとで異なる場合は、仮想モデルのパラメータを調整して、一致させる様にする。特に、仮想モデルの増幅器63、83やPID部66、86のパラメータを調整する。(仮想モデルのパラメータ調整工程)

$$X_n(f) = X_{n-1}(f) + \alpha \times H^{-1}(f) \times [Y_0(f) - Y_{n-1}(f)]$$

(式4)

$\alpha$  : 比例定数

なお、上記説明において、トーボード用上側制御信号発生部61およびトーボード用下側制御信号発生部62が別々に行われているが、実際には同時に行われている。また、上側のアクチュエータ24に関する制御波形、目

【0017】(3)次に、イントルージョン試験の際の加速度Gを仮想モデルに加えた状態あるいは加えない状態において、計算により、仮想モデルの入出力間の関係を線形の伝達関数で求める。この実施の形態では、仮想モデルは、非線形部93を具備しており、非線形であるので、近似された伝達関数(すなわち、仮想モデルの非線形部93の入出力間の関係が線形の伝達関数で近似された状態となる)が得られる。(伝達関数生成工程)そして、仮想モデルの入力と出力との関係を伝達関数を使って表現すると、下記(式1)となる。

$X(f)$  : 入力

$Y(f)$  : 出力

$H(f)$  : 伝達関数

$$Y(f) = H(f) \times X(f) \quad (\text{式1})$$

【0018】(4)次に、得られた線形の伝達関数の逆伝達関数を求める。(逆伝達関数生成工程)

$H^{-1}(f)$  : 逆伝達関数

【0019】(5)次に、仮想モデルのアクチュエータ24、25の出力が目標波形 $Y_0(f)$ となる第1次制御波形 $X_0(f)$ を逆伝達関数 $H^{-1}(f)$ を用いて求める。(第1次制御波形演算工程)

$$X_0(f) = H^{-1}(f) \times Y_0(f) \quad (\text{式2})$$

(6)次に、イントルージョン試験の際の加速度Gを仮想モデルに加えた状態(すなわち、スレッド2から加速度Gの信号を出力している状態)において、仮想モデルのトーボード用制御信号発生部61、62から第1次制御波形 $X_0(f)$ を出力し、仮想モデルのアクチュエータ24、25の第1次出力波形 $Y_1(f)$ を求める。(第1次出力波形生成工程)

$$Y_1(f) = H(f) \times X_0(f) \quad (\text{式3})$$

そして、この第1次出力波形 $Y_1(f)$ と目標波形 $Y_0(f)$ との間には、非線形部93の伝達関係が線形に近似された際の誤差や計算上の誤差などが生じる。

(7)次に、目標波形 $Y_0(f)$ と仮想モデルのアクチュエータ24、25の前の第 $n-1$ 次出力波形 $Y_{n-1}(f)$ との誤差を求め、この誤差が小さくなる様に、順次制御波形を更新(所謂イタレーション)して更新制御波形 $X_n(f)$ を求める。(制御波形更新工程)

すなわち、目標波形 $Y_0(f)$ と仮想モデルのアクチュエータ24、25の前の第 $n-1$ 次出力波形 $Y_{n-1}(f)$ との誤差に逆伝達関数 $H^{-1}(f)$ および比例定数 $\alpha$ をかけ、そして、前の第 $n-1$ 次制御波形 $X_{n-1}(f)$ を加えて、更新制御波形 $X_n(f)$ を求める。

標波形、伝達関数や逆伝達関数などは、下側のアクチュエータ25に関する制御波形、目標波形、伝達関数や逆伝達関数などは通常は別の値となっている。

(8)次に、目標波形 $Y_0(f)$ と仮想モデルのアクチュエータ24、25の更新した出力波形 $Y_n(f)$ との誤

差が小さくなった更新制御波形  $X_n(f)$  を用いて実際のイントルージョン試験を行う。(実試験工程)

すなわち、図4に図示する実際のイントルージョン試験機の発射用制御信号発生部52から発射用制御信号を出力して、スレッド2を後方に突き放し、スレッド2に加速度Gを加える。また、トーボード用上側制御信号発生部61およびトーボード用下側制御信号発生部62は、発射用制御信号発生部52からゼロ信号が入力されると、前記第(7)工程の制御波形更新工程で求められた更新制御波形を有する制御信号を各々出力し、トーボード駆動装置21を駆動する。すると、図6に図示する様に、トーボード17は、変位および速度が目標波形と略同じ応答をすることができる。特に、変位は略同じとなる。

【0020】そして、再度、別の条件たとえば異なる目標波形や異なるスレッド2の加速度Gでイントルージョン試験を行う場合は、前記(1)および(2)の工程は行う必要はなく、(3)以降の工程を行う。

【0021】前述のように、この実施の形態では、目標波形で供試体に荷重負荷を加えるための制御波形は、コンピュータ51上の仮想モデルにおけるイタレーションで求められている。このイタレーションで求められた制御波形を有する制御信号を駆動装置に入力し、この制御信号に基づいて駆動装置の出力部(たとえばピストンなど)は、加速度、速度、変位や荷重などの運動を表す量が目標波形で変化している(すなわち、その運動を表す量を目標波形で出力している)。したがって、イタレーションを実機で行う必要がなくなるとともに、加速度、速度、変位や荷重などを目標波形で、より正確に供試体に加えることができる。

【0022】なお、供試体に荷重負荷を加える駆動装置は、サーボ弁および油圧アクチュエータで構成されているが、他の駆動装置たとえば、モータなどで駆動される電動駆動装置でも可能である。荷重負荷試験は、イントルージョン試験以外の試験たとえばクラッシュテスターなどによる試験でも可能である。また、供試体はダミー14以外のものでも可能である。さらに、この実施の形態では、入出力の関係が非線形な部分は、サーボ弁42, 43であるが、他の部品であることも可能である。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、駆動装置の入力と出力との伝達関係を示す仮想モデルをコンピュータ上に構築

し、この駆動装置の仮想モデルの入出力間の伝達関数を求め、ついで、この伝達関数の逆伝達関数を求め、この逆伝達関数に基づいて、駆動装置が目標波形を出力するための第1次制御波形を求め、この第1次制御波形を駆動装置の仮想モデルに入力して第1次出力波形を求め、ついで、この第1次出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に、第1次制御波形を更新し、この更新した制御波形を駆動装置の仮想モデルに再び入力して更新出力波形を求め、更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなる様に制御波形を順次更新している。そして、更新出力波形と目標波形との誤差が小さくなった更新制御波形を駆動装置に入力して供試体に荷重負荷を加えている。この様に、イタレーションを仮想モデルで行っているのので、イタレーションを実機で行う必要がなくなるとともに、加速度、速度、変位や荷重などを目標波形で、より正確に供試体に加えることができる。その結果、供試体を繰り返し加振することが難しい試験においても、目標波形で供試体に荷重負荷を加えることができる。また、駆動装置の仮想モデルの非線形部分の入出力間の伝達関係を線形に近似した状態で、駆動装置の仮想モデルの入出力間の線形の伝達関数を近似的に求めているので、駆動装置の仮想モデルの入力と出力との伝達関係が非線形の場合にも、線形で近似することにより、逆伝達関数を求めることができる。そして、仮想モデルにおけるイタレーションにより、この近似を補完することができ、加速度、速度、変位や荷重などを目標波形で、より正確に供試体に加えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の荷重負荷試験方法に用いられるイントルージョン試験機の概略図である。

【図2】図2は図1の要部拡大図である。

【図3】図3は図2の平面図である。

【図4】図4はイントルージョン試験機の制御のブロック図である。

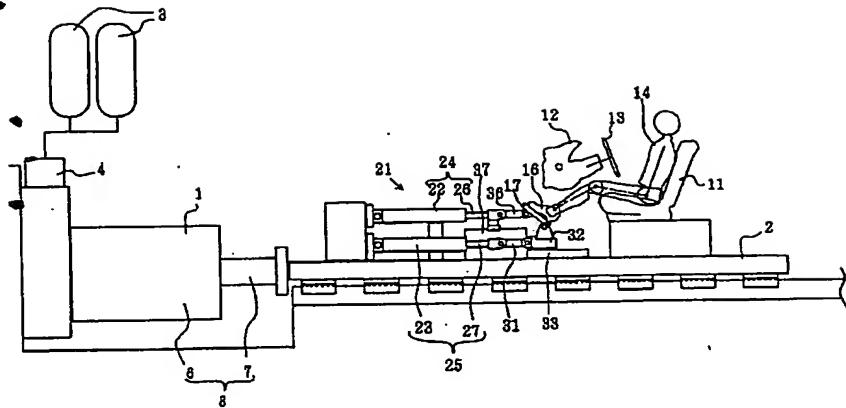
【図5】図5はイントルージョン試験機の仮想モデルの概略図である。

【図6】図6は目標波形および実際の応答波形を示すグラフである。

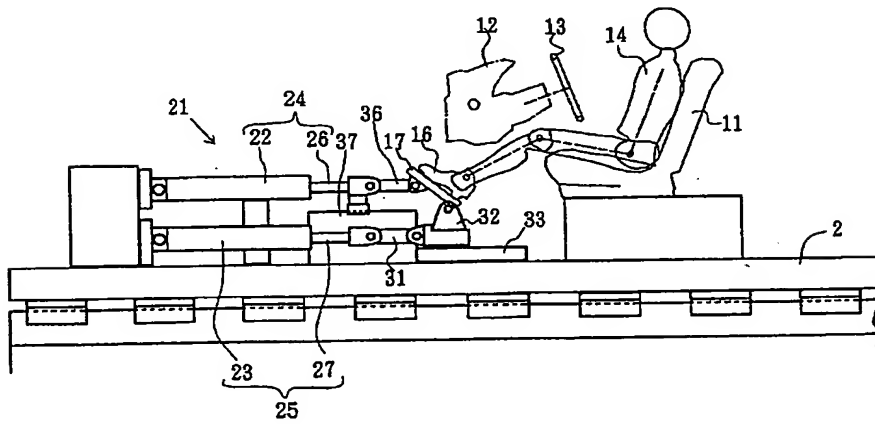
【符号の説明】

- 14 ダミー(供試体)
- 21 トーボード駆動装置
- 51 コンピュータ

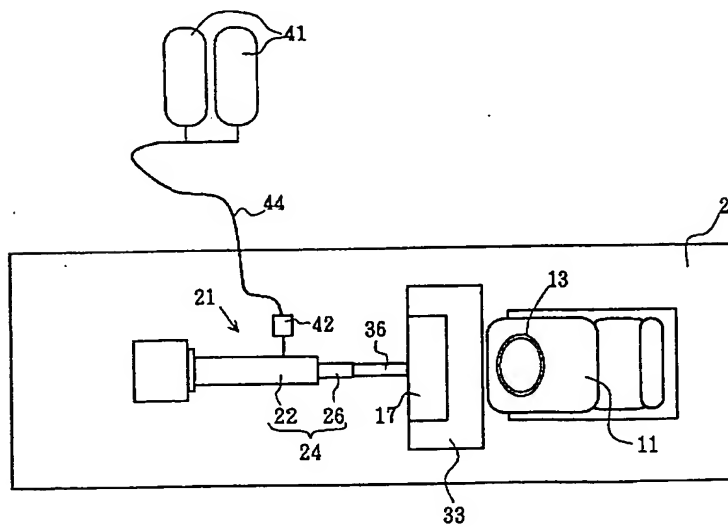
【図1】



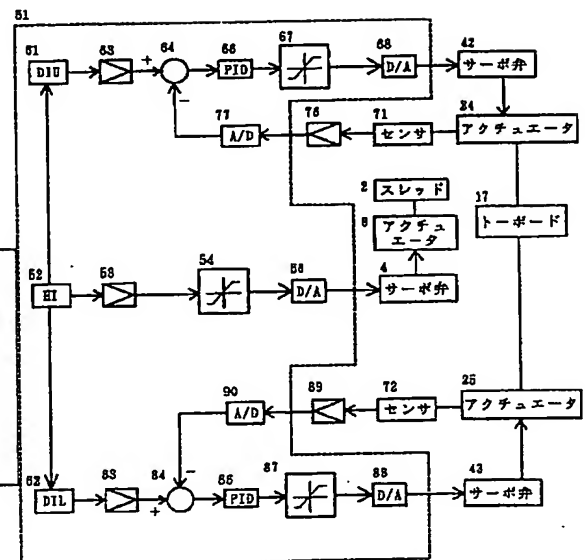
【図2】



【図3】



【図4】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**